

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07077642 A

(43) Date of publication of application: 20 . 03 . 95

(51) Int. Cl

G02B 6/44

(21) Application number: 05224457

(71) Applicant: ASAHI CHEM IND CO LTD

(22) Date of filing: 09 . 09 . 93

(72) Inventor: KATSUTA SHIGEKI  
TOYOSHIMA SHINICHI

(54) FLAME-RETARDANT PLASTIC OPTICAL FIBER  
CABLE

(57) Abstract:

PURPOSE: To enable the application of the plastic optical fiber to even such a field where high heat resistance, flame retardance and tensile strength are simultaneously needed.

CONSTITUTION: This flame-retardant plastic optical fiber

cable has a first coating layer consisting of a fluorine-contained polyolefin resin compsn. which consists of a resin compsn. contg. at least fluorine atoms and has  $\geq 59\text{wt.\%}$  ratio of the fluorine atoms or other halogen atoms included in this resin compsn. and a second coating layer consisting of a polyamide resin on the outer side of a plastic optical fiber consisting of a core and a sheath.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-77642

(43)公開日 平成7年(1995)3月20日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 6/44

識別記号

3 3 1

序内整理番号

7036-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-224457

(22)出願日 平成5年(1993)9月9日

(71)出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72)発明者 勝田 成樹

千葉県袖ヶ浦市中袖5-1 旭化成工業株  
式会社内

(72)発明者 豊島 真一

千葉県袖ヶ浦市中袖5-1 旭化成工業株  
式会社内

(54)【発明の名称】 難燃プラスチック光ファイバケーブル

(57)【要約】

【構成】 芯と鞘とからなるプラスチック光ファイバ素線の外側に、少なくともフッ素原子を含む樹脂組成物からなり、この樹脂組成物の中に含まれるフッ素原子または他のハロゲン原子の割合が5.9重量%以上である含フッ素ポリオレフィン樹脂組成物からなる第一被覆層と、ポリアミド樹脂とからなる第二被覆層とをもつことを特徴とする難燃プラスチック光ファイバケーブル。

【効果】 本発明により、高い耐熱性と難燃性、引張強度とを同時に必要とされるような分野へも、プラスチック光ファイバの適用が可能となった。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 芯と鞘とからなるプラスチック光ファイバ素線の外側に、少なくともフッ素原子を含む樹脂組成物からなり、この樹脂組成物の中に含まれるフッ素原子または他のハロゲン原子の割合が59重量%以上である含フッ素ポリオレフィン樹脂組成物からなる第一被覆層と、ポリアミド樹脂とからなる第二被覆層とをもつことを特徴とするプラスチック光ファイバケーブル。

【請求項2】 1、5～3、0倍に延伸を施したプラスチック光ファイバ素線に、熱溶融した含フッ素ポリオレフィン樹脂組成物を0、01～0、3mmの厚さに被覆し、さらにその上にポリアミド樹脂を0、1～1、0mmの厚さに被覆したプラスチック光ファイバケーブル。

【請求項3】 含フッ素ポリオレフィン樹脂組成物の被覆層の厚さが0、01～0、05mmである請求項2の難燃プラスチック光ファイバケーブル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、短距離の光伝送媒体として、F A、自動車などに使用される、耐熱性、難燃性、耐油性、耐薬品性に優れたプラスチック光ファイバケーブルに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】プラスチック光ファイバは、石英系ファイバに比べ、可撓性に富み、かつ大口径・高開口数であること、端面処理や接続が容易であることなどから短距離の光信号伝送やセンサといった分野への応用が始まっている。従来実用化されているプラスチック光ファイバには、芯材にメタクリル酸メチルを主体とした樹脂やポリカーボネート樹脂を用い、鞘材にフッ化ビニリデン系共重合体やフッ化メタクリレート系共重合体を用いたものがある。また、鞘の外側に低密度ポリエチレンやポリ塩化ビニルを被覆したプラスチック光ファイバケーブルとしても使用されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来実用化されている、ポリ塩化ビニル被覆や難燃ポリエチレン被覆を施した難燃プラスチック光ファイバケーブルは、耐熱温度がせいぜい85℃までしかないうえ、引張強度はそれほど強くないため、自動車のような高い耐熱性と引張り強さとを要求されるような用途では、適用可能な場所が限られていた。

【0004】また、ポリアミド樹脂を難燃化する場合、通常はメラミンシアヌレートを6～8%添加する。しかし、この難燃ポリアミド樹脂をプラスチック光ファイバケーブルの被覆に使用した場合、ケーブル表面が荒れたり、鞘層が着色して伝送損失が大きく増加したりするので、実用的ではなかった。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、耐熱温度

のより高い、しかも難燃性である難燃プラスチック光ファイバケーブルを提供するため、被覆材の材質やケーブル構造に関して鋭意検討を重ねた結果、本発明に到達した。本発明は、芯と鞘とからなるプラスチック光ファイバ素線の外側に、少なくともフッ素原子を含む樹脂組成物からなり、この樹脂組成物の中に含まれるフッ素原子または他のハロゲン原子の割合が59重量%以上である含フッ素ポリオレフィン樹脂組成物からなる第一被覆層と、ポリアミド樹脂とからなる第二被覆層とをもつことを特徴とする難燃プラスチック光ファイバケーブルに関するものである。この様なケーブル構造とすることで、ポリアミド樹脂にメラミンシアヌレートを添加する等の難燃化をしなくても、難燃規格に合格する難燃プラスチック光ファイバケーブルを得た。

【0006】以下、本発明の難燃プラスチック光ファイバケーブルについて、詳しく説明する。本発明において芯を構成する樹脂組成物としては、公知のものが使用できる。たとえば、メタクリル酸メチル単独重合体や、メタクリル酸メチルを50重量%以上含んだ共重合体で、

20 共重合可能な成分として、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、n-アクリル酸ブチルなどのアクリル酸エステル類、メタクリル酸エチル、メタクリル酸プロピル、メタクリル酸シクロヘキシルなどのメタクリル酸エステル類、マレイミド類、アクリル酸、メタクリル酸、無水マレイン酸、スチレンなどがあり、このなかから一種類以上適宜選択して共重合させることができる。

【0007】また、鞘を構成する樹脂組成物としては、フッ化メタクリレート系共重合体や、フッ化ビニリデン系共重合体など、公知のものが使用できる。これらの鞘材を芯の直径の2/1000～300/1000の厚さに被覆して、プラスチック光ファイバ素線となる。製造方法は、ごみ、ほこりのほとんどない清浄な環境下で、特殊ノズルと二台の押出機を使用して、溶融状態にある芯材と鞘材とを、芯一鞘の二層構造を持つ光ファイバに形成する複合射糸方式で行う。そして、1、3倍～3、0倍に延伸をかけて分子を配向させ、機械的特性を向上させて、プラスチック光ファイバ素線を得る。このようにして製造したプラスチック光ファイバ素線の外側に特定の樹脂組成物を被覆して、耐熱性や機械的特性をさら

30 40 向上させて、プラスチック光ファイバケーブルとして、実際に使用される。

【0008】100℃以上の高温になると、芯材であるメタクリル酸メチルを主体とした樹脂組成物のガラス転移点に近づくので、分子配向がとれて、プラスチック光ファイバ素線は大きく熱収縮する。このため、伝送損失が急増したり、被覆層から大きく引っ込んで、光源や光検出器との結合効率が大幅に減少してしまう。これを防ぐため、鞘層の外側に、特定の被覆用樹脂組成物を被覆することが考えられるが、鋭意検討した結果、高温下でのプラスチック光ファイバ素線の熱収縮を防ぐには、ブ

ラスチック光ファイバ素線に、硬くて、寸法安定性に優れた樹脂を、ほとんど配向がかからないように被覆（後述の一次被覆の仕方）することが効果的であることがわかった。また、難燃性にも、耐熱性にも優れたプラスチック光ファイバケーブルとするには、フッ素原子や他のハロゲン原子の含有量が5.9重量%以上の含フッ素ポリオレフィン樹脂を第一被覆層とし、その周囲にポリアミド樹脂からなる被覆層を持つ、多層構造のプラスチック光ファイバケーブルとすれば良いことがわかった。

【0009】このような含フッ素ポリオレフィン樹脂としては、ポリフッ化ビニリデン、フッ化ビニリデンークロロトリフルオロエチレンのランダム共重合体にフッカビニリデンをグラフトさせた共重合体、フッ化ビニリデンーテトラフルオロエチレン共重合体、フッ化ビニリデンーへキサフルオロプロピレン共重合体、フッ化ビニリデンーテトラフルオロエチレンーへキサフルオロプロピレン共重合体、エチレンーテトラフルオロエチレン共重合体、テトラフルオロエチレンーへキサフルオロプロピレン共重合体、テトラフルオロエチレンーバーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、フッ化ビニリデンークロロトリフルオロエチレン共重合体、エチレンークロロトリフルオロエチレン共重合体、クロロトリフルオロエチレン重合体、さらには、上記含フッ素ポリオレフィン樹脂どうしの混合物、フッ化ビニリデン系樹脂とメタクリル酸メチル系樹脂との混合物、フッ化ビニリデン系樹脂と公知のフッ素樹脂との混合物、含フッ素ポリオレフィン樹脂とオレフィン系樹脂との混合物、その他、公知の含フッ素ポリオレフィン樹脂およびそれらと他の樹脂との混合物などが使用できる。この中でも好ましくは、フッ化ビニリデン系共重合体や、ポリフッ化ビニリデンと他のフッ素樹脂との混合物など、フッ化ビニリデン構造単位を含む樹脂組成物を使用するのが良い。フッ化ビニリデン構造単位を含む樹脂組成物は、含フッ素ポリオレフィン樹脂組成物のなかでは比較的低温で被覆できる一方、鞘材との接着性が強く、そのうえ充分な硬さや機械的特性、難燃性、耐薬品性をもつてるので、被覆材に使用するのが好ましい。ただし、これらの含フッ素ポリオレフィン樹脂組成物の23℃におけるショアD硬度の値が6.0以上であり、さらに引張破断伸度が20.0%以上であることが好ましい。ここで、ショアD硬度は、23℃で、ASTM D2240によって測定した値であり、引張破断伸度は、温度23℃で、ASTM D1708、引張速度100mm/分で測定した値である。ショアD硬度の値が小さすぎると、高温下での荷重や引張で、プラスチック光ファイバケーブルが変形しやすく、伝送損失が大きく増加するため好ましくない。また、高温下でプラスチック光ファイバ素線が縮もうとする力に耐えきれず、被覆層も共に縮んでしまったり、被覆層の端面からプラスチック光ファイバ素線が大きく引っ込んでしまい、光源や光検出器との結合効率が小さくなってしまう。

なってしまう。また、破断伸度が小さいと、引張や曲げ、ねじりによってプラスチック光ファイバケーブルが折れやすくなってしまうのでやはり好ましくない。フッ化ビニリデン構造単位を含む樹脂組成物では、フッ化ビニリデン構造単位の含有率が高いほうが、硬度が高く、引張強度が強くなるが、引張破断伸度は小さくなる。好ましい引張破断伸度は、200%以上、より好ましくは300%以上である。

- 【0010】この含フッ素ポリオレフィン樹脂組成物で被覆した周囲に、さらにポリアミド樹脂で被覆を行い、本発明の難燃プラスチック光ファイバケーブルを得る。本発明で使用できるポリアミド樹脂には、ナイロン6、ナイロン6.6、ナイロン11、ナイロン12、ナイロン6.10、ナイロン6.12、アモルファスナイロン、ナイロン系熱可塑性エラストマーなどがある。このなかでも、ナイロン11、ナイロン12を使用するのが好ましい。ナイロン11、ナイロン12は、ポリアミド樹脂のなかでは比較的低温で被覆できる一方、鞘材との密着性が強く、そのうえ充分な硬さや機械的特性、耐薬品性をもっている。そのうえ、吸湿性が低く、吸湿による寸法変化が小さいので、プラスチック光ファイバケーブル向けの被覆材に使用するのが好ましい。
- 【0011】これらの樹脂組成物をプラスチック光ファイバ素線に被覆する方法としては、プラスチック光ファイバ素線を複合紡糸法で作製した後、その外側に熱溶融させた被覆材を被覆させるという方法をとるのが好ましい。一次被覆の仕方は、1.5~3倍の延伸をかけたプラスチック光ファイバ素線を、電線被覆を行うようにクロスヘッドダイを使用して溶融樹脂を被覆する。このとき、ファイバには多少の延伸をかけることはやむをえないが、大きな延伸をかけることはしない。この方法で製造したケーブルは、鞘と一次被覆とは部分的には密着しているが、完全な両者の融着ではないので、鞘と一次被覆とのズリの自由度を残している。従って、耐熱性に優れた被覆層にはほとんど配向がかからっていないので、100℃以上の高温に曝されるても被覆層の熱収縮は小さい。よって、この様な方法で製造したケーブルは、加熱収縮も小さく、曲げによる光ロスも小さいという優れた特徴を持つ。
- 【0012】また、被覆層の厚みは、実際に使用する状況に合わせて、適宜決定すればよい。一次被覆とプラスチック光ファイバ素線との密着力はかなり強いので、無理矢理に剥離させようとするとファイバが伸びたり、傷が付いたりがあるので、通常は一次被覆を残したままファイバの端末処理をするのが妥当である。そのため、一次被覆の厚さは難燃性を考慮しつつ、できるだけ薄くしたほうがフェルールのサイズを汎用のものから大きいものへ変えないですむ。こういう観点からすれば、一次被覆の厚さは、0.01~0.05mm程度が一番好ましい。ただし、被覆層の厚みが小さすぎると、

常温でも充分な機械的特性がだせないし、100°C以上 の高温下では、プラスチック光ファイバ素線の収縮・被 覆層からの引っ込みを防げないうえ、曲げやねじり、周 囲の熱や薬品に対する耐久性が不十分である。また、厚 みが大きすぎると、高温度で溶融された被覆用樹脂組成 物からの熱のため、プラスチック光ファイバ素線が大き く損傷を受け、伝送損失が大きく増加してしまう。好ま しい第一被覆層の厚みは、0.01mm以上、より好ま しくは0.02mm~0.2mmであり、多層構造のプ ラスチック光ファイバケーブルとして、全体で0.2m m以上の被覆層を持つことが望ましい。

【0013】ポリアミド樹脂による被覆層の外側に、更 に何層か被覆層を重ねることも可能である。この場合に は、上記の含フッ素ポリオレフィン樹脂やポリアミド樹 脂の他に、公知の樹脂組成物が使用できる。例えば、ポ リエチレン、ポリプロピレン、エチレン-ビニルアルコール共重合体、熱可塑性エラストマー、ポリ塩化ビニル、架橋ポリオレフィン、架橋ポリ塩化ビニル、塩素化ポリエチレンコンパウンド、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、シリコーン樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂などである。また、補強繊維として、アラミド繊維、ポリアセタール繊維、超高分子量ポリエチレン繊 維、金属繊維などを介在させてても良い。

#### 【0014】

【実施例】以下、本発明を一層明確にするために実施例 を挙げて説明するが、本発明の範囲がこれらの実施例に 限定されるものではない。

##### 【測定方法】

- ・ショアD硬度—ASTM D2240の方法に準じて 行う。

【0015】・引張破断強度—ASTM D1708の 方法に準じて行う。温度23°C、引張速度：100mm /分

- ・伝送損失—52m~2mのカットバック法で測定。光 源に波長650nmの単色光を使用。入射開き角0.1 5ラジアン。

- ・燃焼試験—UL規格VW-1の方法に従って行った。

【0016】・長さ保持率—プラスチック光ファイバケーブルを長さ1mに切り、所定条件の恒温恒湿槽内に1 000時間放置した後の長さを測定し、元の長さの1mとの比で、長さ保持率を算出する。

- ・端面の突出引っ込み—プラスチック光ファイバケーブルを長さ1mに切り、所定条件の恒温恒湿槽内に1 000時間放置した後に、被覆層の端面とプラスチック光ファイバ素線の端面との位置の差を測定する。

#### 【0017】

【実施例1】プラスチック光ファイバ素線として、旭化 成工業製の直径0.95mmのルミナス（商標）FB-950を使用した。被覆に使用する含フッ素ポリオレフィン樹脂として、フッ化ビニリデン樹脂「KYNAR 740」

（商標）740」（エルフ・アトケム社製）と軟質フッ素樹脂「セフラルソフト（商標）G150」（セントラル硝子製）とを混合して作られ、23°CにおけるショアD硬度74、23°Cにおける引張破断伸度400%であるものを用いた。

【0018】溶融押出機に直結したダイスに、プラスチック光ファイバ素線FB-950を導入し、上記含フッ素ポリオレフィン樹脂を、厚さ25μmの厚さに被覆し、直径1.00mmのプラスチック光ファイバケーブルを作製した。さらにこのプラスチック光ファイバケーブルを、上記と同様にして、溶融押出機に直結したダイスに導入し、ナイロン12樹脂「宇部ナイロン3014B」（宇部興産製）を厚さ0.6mmの厚さで被覆し、直径2.2mmの、本発明のプラスチック光ファイバケーブルを得た。

【0019】このプラスチック光ファイバケーブルの光 波長650nmにおける伝送損失を、測定器にファイバ損失分光器FP-889（オペレックス社製）を用い、52m~2mのカットバック法で測定したところ、130dB/kmであり、ケーブル化による損失増はほとんどなかった。このプラスチック光ファイバケーブルを乾熱105°Cの恒温槽の中に1000時間放置して、光波長650nmにおける伝送損失の変化を測定した。製造時130dB/kmであったものが、1000時間放置後でも175dB/kmであり、損失増加量は小さい。そのうえ、長さ保持率は、99.6%とほとんど縮んでいない、端面におけるプラスチック光ファイバ素線の被覆層からの引っ込みも0.1mmとほとんどなく、且つケーブル自体の変形もない、優れた耐熱性を示した。また、温度85°C湿度95%RHの恒温恒湿槽の中に1000時間放置して、同様に光波長650nmにおける伝送損失の変化を測定したところ、製造時130dB/kmであったものが、1000時間後でも170dB/kmであり、耐湿熱特性も優れている。

【0020】次に、このプラスチック光ファイバケーブルの引張試験を行った。測定は、引張試験機「SHIN KOH モデルTOM-500」を使用し、ASTM D638に準じた方法を用い、温度23°C、引張速度100mm/分で行った。このときの引張降伏荷重は17.5kg、引張破断荷重は20.0kg、破断伸度は130%であり、充分な引張特性を示した。

【0021】また、このプラスチック光ファイバケーブルを、難燃性の規格であるUL規格VW-1の方法に従って燃焼試験を行ったところ、垂直燃焼試験、水平燃焼試験ともに合格した。

#### 【0022】

【実施例2】プラスチック光ファイバ素線として、旭化成工業製の直径0.95mmのルミナスTB-950を使用した。被覆に使用する含フッ素ポリオレフィン樹脂として、フッ化ビニリデン樹脂「KYNAR 740」

(エルフ・アトケム社製)と軟質フッ素樹脂「セフラルソフト G 150」(セントラル硝子製)とを混合して作られ、23℃におけるショアD硬度74、23℃における引張破断伸度400%であるものを用いた。

【0023】溶融押出機に直結したダイスに、プラスチック光ファイバ素線TB-950を導入し、上記含フッ素ポリオレフィン樹脂を、厚さ25μmの厚さに被覆し、直径1.00mmのプラスチック光ファイバケーブルを作製した。さらにこのプラスチック光ファイバケーブルを、上記と同様にして、溶融押出機に直結したダイスに導入し、ナイロン12樹脂「宇部ナイロン 3014B」(宇部興産製)を厚さ0.6mmの厚さで被覆し、直径2.2mmの、本発明のプラスチック光ファイバケーブルを得た。

【0024】このプラスチック光ファイバケーブルの光波長650nmにおける伝送損失を、測定器にファイバ損失分光器FP-889(オペレックス社製)を用い、52m-2mのカットバック法で測定したところ、128dB/kmであり、ケーブル化による損失増はほとんどなかった。このプラスチック光ファイバケーブルを乾熱105℃の恒温槽の中に1000時間放置して、光波長650nmにおける伝送損失の変化を測定した。製造時128dB/kmであったものが、1000時間放置後でも140dB/kmであり、損失増加量は小さい。そのうえ、長さ保持率は、99.5%とほとんど縮んでいないく、端面におけるプラスチック光ファイバ素線の被覆層からの引っ込みも0.1mmとほとんどなく、且つケーブル自体の変形もない、優れた耐熱性を示した。また、温度85℃湿度95%RHの恒温恒湿槽内に1000時間放置して、同様に光波長650nmにおける伝送損失の変化を測定したところ、製造時128dB/kmであったものが、1000時間後でも163dB/kmであり、耐温熱特性も優れている。

【0025】次に、このプラスチック光ファイバケーブルの引張試験を行った。測定は、引張試験機「SHIN KOH モデルTOM-500」を使用し、ASTM D638に準じた方法を用い、温度23℃、引張速度100mm/分で行った。このときの引張降伏荷重は17.5kg、引張破断荷重は19.3kg、破断伸度は110%であり、充分な引張特性を示した。

【0026】また、このプラスチック光ファイバケーブルを、難燃性の規格であるUL規格VW-1の方法に従って燃焼試験を行ったところ、垂直燃焼試験、水平燃焼試験ともに合格した。

#### 【0027】

【比較例1】プラスチック光ファイバ素線として、旭化成工業製の直径1.00mmのルミナスTB-1000を使用し、被覆材にポリ塩化ビニル樹脂を使用した。溶融押出機に直結したダイスに、プラスチック光ファイバ素線TB-1000を導入し、ポリ塩化ビニル樹脂を、

厚さ0.6mmの厚さに被覆し、直径2.2mmのプラスチック光ファイバケーブルを作製した。

【0028】このプラスチック光ファイバケーブルの光波長650nmにおける伝送損失を、測定器にファイバ損失分光器FP-889(オペレックス社製)を用い、52m-2mのカットバック法で測定したところ、128dB/kmであり、ケーブル化による損失増はほとんどなかった。このプラスチック光ファイバケーブルを乾熱105℃の恒温槽の中に1000時間放置して、光波長650nmにおける伝送損失の変化を測定した。製造時128dB/kmであったものが、1000時間放置後では数千dB/kmも伝送損失が増加しており、測定不可能だった。長さ保持率は、87.7%しかなく、ケーブルは大きく収縮して全体的にちぢれたようになっており、使用できる状態ではなかった。

【0029】次に、このプラスチック光ファイバケーブルの引張試験を行った。測定は、引張試験機「SHIN KOH モデルTOM-500」を使用し、ASTM D638に準じた方法を用い、温度23℃、引張速度100mm/分で行った。このときの引張降伏荷重は9.0kg、引張破断荷重は14.3kg、破断伸度は110%であり、自動車向けとしては不十分であった。

#### 【0030】

【比較例2】プラスチック光ファイバ素線として、旭化成工業製の直径1.00mmのルミナスTB-1000を使用し、被覆材に難燃ポリエチレン樹脂を使用した。溶融押出機に直結したダイスに、プラスチック光ファイバ素線TB-1000を導入し、難燃ポリエチレン樹脂を、厚さ0.6mmの厚さに被覆し、直径2.2mmのプラスチック光ファイバケーブルを作製した。

【0031】このプラスチック光ファイバケーブルの光波長650nmにおける伝送損失を、測定器にファイバ損失分光器FP-889(オペレックス社製)を用い、52m-2mのカットバック法で測定したところ、127dB/kmであり、ケーブル化による損失増はほとんどなかった。このプラスチック光ファイバケーブルを乾熱105℃の恒温槽の中に1000時間放置して、光波長650nmにおける伝送損失の変化を測定した。製造時127dB/kmであったものが、1000時間放置後では144dB/kmと、伝送損失が大きく増加していた。長さ保持率も91.4%しかなく、ケーブルは大きく収縮して全体的にちぢれたようになっており、使用できる状態ではなかった。

【0032】次に、このプラスチック光ファイバケーブルの引張試験を行った。測定は、引張試験機「SHIN KOH モデルTOM-500」を使用し、ASTM D638に準じた方法を用い、温度23℃、引張速度100mm/分で行った。このときの引張降伏荷重は9.1kg、引張破断荷重は14.7kg、破断伸度は115%であり、自動車向けとしては不十分であった。

## 【0033】

【比較例3】プラスチック光ファイバ素線として、旭化成工業製の直径1.00mmのルミナスFB-1000を使用し、被覆材として、ナイロン12樹脂「宇部ナイロン3014B」(宇部興産製)を使用した。溶融押出機に直結したダイスに、プラスチック光ファイバ素線FB-1000を導入し、上記ナイロン12樹脂を、厚さ0.6mmの厚さに被覆し、直径2.2mmのプラスチック光ファイバケーブルを作製した。

【0034】このプラスチック光ファイバケーブルの光波長650nmにおける伝送損失を、測定器にファイバ損失分光器FP-889(オペレックス社製)を用い、5.2m-2mのカットバック法で測定したところ、480dB/kmであり、ケーブル化によって、伝送損失が大きく増加してしまった。また、このナイロン12樹脂に、難燃剤としてメラミンシアヌレートを8重量%添加して、ルミナスFB-1000に被覆しようとしたが、樹脂が一様には押し出されず、プラスチック光ファイバケーブルの表面は凸凹になってしまった。伝送損失も、光波長650nmで1170dB/kmと非常に大きく、とても使用できるものではなかった。

## 【0035】

【発明の効果】本発明のようなケーブル構造とすることで、ポリアミド樹脂を特に難燃化しなくとも、難燃規格\*

\*に合格する難燃プラスチック光ファイバケーブルを作製することができる。本発明のプラスチック光ファイバケーブルは、被覆層に、プラスチック光ファイバ素線に悪影響を及ぼすような難燃剤が含まれていないので、伝送損失が低くしかも高温下でも安定し、難燃性や機械的特性にも優れた難燃プラスチック光ファイバケーブルとすることができる。

【0036】本発明のプラスチック光ファイバケーブルは、100°Cを超える高温下でも損失増加や熱収縮が非常に小さいという優れた耐熱性を示すだけでなく、UL規格VW-1に合格するという優れた難燃性も持ち合わせている。引張強度も10kgを大きく超えており、組立時にケーブルに10kg近い、比較的大きな負荷のかかりやすい、自動車用ハーネスに使用する場合でも、本発明の難燃プラスチック光ファイバケーブルは伸びたりせずに安心して使用できるだけの強さをもっている。また、被覆層からのプラスチック光ファイバ素線の引っ込みが小さいので、コネクタを付ける場合でも被覆をすべて剥く必要がなく、作業工程を簡素化できる。そのうえ、被覆が付いたままなので、耐熱性をあまり落とさないまま取り付けられるという利点がある。本発明により、自動車分野といった厳しい耐熱性、機械的特性、難燃性を要求される分野へのプラスチック光ファイバの適用が可能となる。